

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-011711

(43)Date of publication of application : 21.01.1994

(51)Int.Cl.

G02F 1/1335  
G02F 1/1335  
G02F 1/1343

(21)Application number : 04-169540

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 26.06.1992

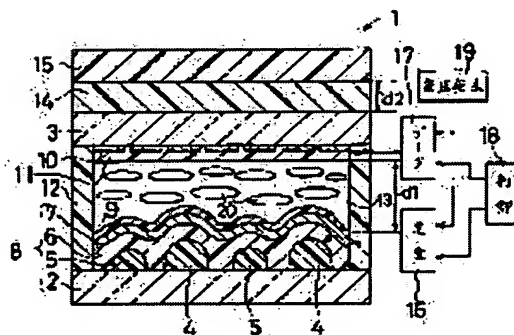
(72)Inventor : UCHIDA TATSUO  
SEKI HIDEHIRO  
MITSUI SEIICHI  
NAKAMURA KOZO  
KIMURA TADASHI

## (54) REFLECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain the liquid crystal display device having a good display grade and high fineness by disposing an optical phase compensation member between a polarizer and a liquid crystal element.

**CONSTITUTION:** Large projections 4 and small projections 5 consisting of a synthetic resin material are formed on a glass substrate 2. The diameters in the bottoms of the large projections 4 and the small projections 5 are respectively determined at  $5\mu\text{m}$  and  $3\mu\text{m}$  as an example and the intervals therebetween are determined at least at  $\geq 2\mu\text{m}$  as an example. A smoothing film 6 is formed to coat these projections 4, 5 and fill the recessed part between the projections 4, 5. A metallic reflection film 7 consisting of a metallic material, such as aluminum, is formed on this smoothing film 6. This metallic reflection film 7 is formed in plural arrays to a longitudinal band shape. The projections 4, 5, the smoothing film 6 and the metallic reflection film 6 constitute a reflection plate 8 on the glass substrate 2. An oriented film 9 is formed on the metallic reflection film 7.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.01.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2771392

[Date of registration] 17.04.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the reflective mold liquid crystal display which comes to arrange a polarizer to the incidence side of the light of a liquid crystal device The light reflex member of the mirror plane nature in which the liquid crystal device had irregularity with smooth insulating substrate which formed the transparent electrode at least and one front face, the light reflex side was formed in the front face on the other hand, and the counterelectrode concerned which collaborates with said transparent electrode and carries out display actuation was formed, The reflective mold liquid crystal display characterized by being enclosed between insulating substrates and the reflective members concerned concerned, having the liquid crystal layer from which the orientation of a liquid crystal molecule was chosen as either parallel orientation or twist orientation, and arranging an optical phase compensation member between said polarizers and liquid crystal devices.

[Claim 2] 2 (the optical anisotropy of a  $\delta n_2$ ; optical phase compensation member,  $d_2$ ; thickness of an optical phase compensation member) is [ as opposed to /  $\delta n_1 d_1$  (the optical anisotropy of a  $\delta n_1$ ; liquid crystal layer,  $d_1$ ; thickness of a liquid crystal layer) and  $\delta n_2 d_2$  of retardation of an optical phase compensation member of retardation of said liquid crystal device / the wavelength  $\lambda$  of the light of the range of 400-700nm ]

[Equation 1] at the time of impression of an electrical potential difference  $V_1$ .

$|\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2 \times 0.1$  ( $m = 0, 1$  and  $2, \dots$ )

It is [Equation 2] to the wavelength  $\lambda$  of the light of the range of 400-700nm wavelength at the time of light transmission condition and electrical-potential-difference  $V_2$  impression at the time of \*\*.

$|\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \times 0.1$  ( $m = 0, 1$  and  $2, \dots$ )

The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 characterized by making it change numerical  $|\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2| / \lambda$  by the electric field which are chosen so that it may be in a protection-from-light condition at the time of \*\*, and are impressed to said liquid crystal layer.

[Claim 3] 2 receives the wavelength  $\lambda$  of the light of the range of 400-700nm at the time of no impressing [ of an electrical potential difference ]  $\delta n_1 d_1$  and  $\delta n_2 d_2$  of retardation of an optical phase compensation member of retardation of said liquid crystal device. The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 characterized by making it change numerical  $|\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2| / \lambda$  by the electric field which are chosen so that said 1st formula may be satisfied, and are impressed to said liquid crystal layer.

[Claim 4] 2 receives the wavelength  $\lambda$  of the light of the range of 400-700nm at the time of no impressing [ of an electrical potential difference ]  $\delta n_1 d_1$  and  $\delta n_2 d_2$  of retardation of an optical phase compensation member of retardation of said liquid crystal device. The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 characterized by making it change numerical  $|\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2| / \lambda$  by the electric field which are chosen so that said 2nd formula may be satisfied, and are impressed to said liquid crystal layer.

[Claim 5] The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 to 4 characterized by the light reflex film which forms the light reflex side of said light reflex member having attended said liquid crystal layer side.

[Claim 6] The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 characterized by what is defined as an electrode surface to which said light reflex side counters the transparent electrode formed on said insulating substrate.

[Claim 7] The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 characterized by being the liquid crystal device for which said optical phase compensation member comes to prepare the transparence substrate of a couple, the transparent electrode formed on each transparence substrate, and the liquid crystal layer enclosed between each transparence substrate.

[Claim 8] The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 with which said optical phase compensation member is characterized by being a macromolecule oriented film.

[Claim 9] The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 defined as an electrode which counters the transparent electrode with which the transparent flattening layer which absorbs the irregularity constituted by the front face of said light reflex member was prepared on said light reflex side, the transparent electrode was formed

on this flattening layer, and the transparent electrode concerned was formed on said insulating substrate.

[Claim 10] The reflective mold liquid crystal display according to claim 1 characterized by forming a light filter layer in either on the transparent electrode formed on said insulating substrate or the insulating substrate.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the still more detailed reflective mold liquid crystal display carried out suitable for office automation devices, such as a word processor and the so-called note type personal computer, various visual equipments, a game device, etc. about the reflective mold liquid crystal display which does not use an accepting-reality-type back light.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, application of the liquid crystal display to the pocket mold television set called a word processor, a laptop type personal computer, or pocket television is progressing quickly. Since the back light used as the light source is unnecessary, the reflective mold liquid crystal display which displays by reflecting the light which especially carried out incidence from the outside also in the liquid crystal display has low power consumption, and a thin shape and lightweight-izing are possible for it, and it attracts attention.

[0003] From the former, TN (Twisted Nematic) method and the STN (super twisted nematic) method are used for the reflective mold liquid crystal display. Among 1 set of polarizing plates, TN method arranges the liquid crystal display component which comes to contain the glass substrate of a couple, the transparent electrode formed in each glass substrate front face, and the liquid crystal layer enclosed between glass substrates, and performs monochrome display using the optical property of this liquid crystal display component, i.e., the rotatory-polarization property at the time of no electrical-potential-difference impressing, and the rotatory-polarization dissolution property at the time of electrical-potential-difference impression.

[0004] Moreover, about color display, the light filter for every red and which blue and green color is prepared in a liquid crystal display component, the optical switching characteristic of the liquid crystal display component corresponding to the time of /impression is used at the time of no impressing [ of an electrical potential difference ], and it is made to realize the multicolor display which performs color display of a few color comparatively by additive color mixture, or the full color display which can display the color of arbitration on a basic target. An active-matrix actuation method and a simple matrix actuation method are used as current and an actuation method, and such a reflective mold liquid crystal display is adopted as the so-called indicating equipment of a pocket liquid crystal television set portable as an example.

[0005] The means of displaying widely adopted as a display in office automation devices, such as a word processor, has the liquid crystal display principle of the liquid crystal of said TN method and resemblance of liquid crystal, and said STN method which sets the twist angle of a liquid crystal molecule as 180 - 270 degrees is held. By increasing the twist angle of a liquid crystal molecule at 90 degrees or more, and optimizing the setting-out include angle of the transparency shaft of the polarizing plate to the elliptically polarized light produced according to the birefringence effectiveness of a liquid crystal display component, the description of this STN method makes the rapid molecular orientation deformation accompanying electrical-potential-difference impression correspond to birefringence change of liquid crystal, and uses for a display the optical property which presents a steep optical change above a threshold. Therefore, it is suitable for high multiplexer actuation of a simple matrix actuation method.

[0006] On the other hand, it is presenting coloring of yellowish green or navy blue as a background color of a display by the birefringence of liquid crystal as demerit of this STN method. By laying the phase contrast plate formed with the liquid crystal display component for optical compensation, and macromolecules, such as a polycarbonate, on top of the STN liquid crystal display component for a display as a remedy of this coloring phenomenon, color compensation is performed and the liquid crystal display whose display near monochrome display is enabled is proposed. The liquid crystal display component of a configuration of performing such coloring compensation is used as the so-called paper White mold liquid crystal display. in addition, the detailed principle of operation of the liquid crystal display of TN method and a STN method -- the volume for 142nd committee of Japan Society for the Promotion of Science -- it is indicated by "liquid crystal device handbook" 1989 and 329th

page - the 346th page, and is a well-known technique.

[0007] If it is going to apply the liquid crystal display component of these TN methods or a STN method as a reflective mold liquid crystal display, it is necessary to make it the configuration whose liquid crystal display component is pinched with the polarizing plate of a couple in respect of the principle of means of displaying, and to install a reflecting plate in the outside. For this reason, parallax arises with the include angle as which a user regards a glass substrate for the thickness of the glass substrate used for a liquid crystal display component, i.e., the include angle of the direction of a normal of a glass substrate, and the direction where said user looks at a liquid crystal display component to make, and there is a trouble that a display is recognized by the duplex.

[0008] Moreover, when conventional TN method or a conventional STN method etc. controls the birefringence of liquid crystal by electric field, it displays using optical shutter ability and a polarizing plate is made into one sheet in the liquid crystal display of such means of displaying, it is impossible to realize the display with contrast, i.e., monochrome display, on the principle as a reflective mold liquid crystal display mentioned above.

[0009] Here, the liquid crystal display of a reflective mold TN (45-degree twist mold) method using one polarizing plate and quarter-wave length plate is indicated by JP,55-48733,A. Using the liquid crystal layer twisted 45 degrees, by control of the electric field impressed, this advanced technology realizes two conditions in the condition that the plane of polarization of the incidence linearly polarized light was twisted 45 degrees with the condition parallel to the optical axis of a quarter-wave length plate, and performs monochrome display. The configurations of a liquid crystal display component are the polarizer from an incident light side, a 45-degree twist liquid crystal display component, a quarter-wave length plate, and a reflecting plate. Moreover, the reflective mold vertical orientation liquid crystal display which combined one polarizing plate, the one-sheet wavelength plate, and the vertical orientation liquid crystal display component is indicated by U.S. Pat. No. 4,701,028.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since it is necessary to form 1/4 reflecting plate between a liquid crystal layer and a reflecting plate, the reflective film cannot consist of liquid crystal displays indicated by above-mentioned JP,55-48733,A inside a liquid crystal display component on a principle. Therefore, it has the technical problem that it is difficult to simplify a configuration and to miniaturize. Moreover, since the basic principle about a display is the same as that of TN method, the steepness of an electro-optics property is the same as that of TN method. That is, it has the technical problem that it is difficult to aim at improvement in contrast, and improvement in the steepness of the electro-optics property mentioned above about display grace.

[0011] Moreover, the vertical orientation mold liquid crystal display indicated by said U.S. Pat. No. 4,701,028 has the following trouble.

[0012] \*\* The control about the position of a molecule is very difficult, the configuration of realizing such control becomes complicated and the vertical orientation, especially dip vertical orientation of a liquid crystal layer have it to fertilization. [ unsuitable ] \*\* Vertical orientation has weak orientation restraining force, and its speed of response is slow. \*\* When vertical orientation is used, dynamic scattering may occur at the time of actuation, and there is a problem in respect of the dependability of a display action.

[0013] The object of this invention is canceling an above-mentioned technical technical problem, and there being no parallax, and offering the high reflective mold liquid crystal display of display grace by high brilliance.

[0014]

[Means for Solving the Problem] In the reflective mold liquid crystal display with which this invention comes to arrange a polarizer to the incidence side of the light of a liquid crystal device The light reflex member of the mirror plane nature in which the liquid crystal device had irregularity with smooth insulating substrate which formed the transparent electrode at least and one front face, the light reflex side was formed in the front face on the other hand, and the counterelectrode concerned which collaborates with said transparent electrode and carries out display actuation was formed, It is the reflective mold liquid crystal display characterized by being enclosed between insulating substrates and the reflective members concerned concerned, having the liquid crystal layer from which the orientation of a liquid crystal molecule was chosen as either parallel orientation or twist orientation, and arranging an optical phase compensation member between said polarizers and liquid crystal devices.

[0015] This invention deltan1d of retardation of said liquid crystal device Moreover, 1 (the optical anisotropy of a deltan1; liquid crystal layer, d1; thickness of a liquid crystal layer), 2 (the optical anisotropy of a deltan2; optical phase compensation member, d2; thickness of an optical phase compensation member) is [ as opposed to / deltan2d of retardation of an optical phase compensation member / the wavelength lambda of the light of the range of 400-700nm ] [0016] at the time of impression of an electrical potential difference V1.

[Equation 3]

$|\text{deltan1d1}-\text{deltan2d2}| / \lambda = m / 2 \times 0.1$  (m= 0, 1 and 2, --)

It is [0017] to the wavelength lambda of the light of the range of 400-700nm wavelength at the time of light transmission condition and electrical-potential-difference V2 impression at the time of \*\*.

[Equation 4]

$|\delta_{n1} - \delta_{n2}| / \lambda = 0.25 + m / 2$  ( $m = 0, 1$  and  $2, \dots$ )

It is chosen so that it may be in a protection-from-light condition at the time of \*\*, and it is characterized by making it change numerical  $|\delta_{n1} - \delta_{n2}| / \lambda$  by the electric field impressed to said liquid crystal layer.

[0018] Moreover, as for this invention, 2 receives the wavelength  $\lambda$  of the light of the range of 400-700nm at the time of no impressing [ of an electrical potential difference ]  $\delta_{n1}$  and  $\delta_{n2}$  of retardation of an optical phase compensation member of retardation of said liquid crystal device. It is chosen so that said 3rd formula may be satisfied, and it is characterized by making it change numerical  $|\delta_{n1} - \delta_{n2}| / \lambda$  by the electric field impressed to said liquid crystal layer.

[0019] Moreover, as for this invention, 2 receives the wavelength  $\lambda$  of the light of the range of 400-700nm at the time of no impressing [ of an electrical potential difference ]  $\delta_{n1}$  and  $\delta_{n2}$  of retardation of an optical phase compensation member of retardation of said liquid crystal device. It is chosen so that said 4th formula may be satisfied, and it is characterized by making it change numerical  $|\delta_{n1} - \delta_{n2}| / \lambda$  by the electric field impressed to said liquid crystal layer.

[0020] Moreover, this invention is characterized by the light reflex film which forms the light reflex side of said light reflex member having attended said liquid crystal layer side.

[0021] Moreover, this invention is characterized by what is defined as an electrode surface to which said light reflex side counters the transparent electrode formed on said insulating substrate.

[0022] Moreover, this invention is characterized by being the liquid crystal device for which said optical phase compensation member comes to prepare the transparence substrate of a couple, the transparent electrode formed on each transparence substrate, and the liquid crystal layer enclosed between each transparence substrate.

[0023] Moreover, this invention is characterized by said optical phase compensation member being a macromolecule oriented film.

[0024] Moreover, this invention is characterized by what is defined as an electrode which counters the transparent electrode with which the transparent flattening layer which absorbs the irregularity constituted by the front face of said light reflex member was prepared on said light reflex side, the transparent electrode was formed on this flattening layer, and the transparent electrode concerned was formed on said insulating substrate.

[0025] Moreover, this invention is characterized by forming a light filter layer in either on the transparent electrode formed on said insulating substrate or the insulating substrate.

[0026]

[Function] Hereafter, the display principle of the reflective mold liquid crystal display of this invention is explained. A reflective member is reached through a polarizer, an optical phase compensation member, and a liquid crystal layer, it is reflected by the reflective member, and outgoing radiation of the incident light to the reflective mold liquid crystal display of this invention is carried out through a liquid crystal layer, an optical phase compensation member, and a polarizer. The linearly polarized light acquired from a polarizer by carrying out outgoing radiation turns into elliptically polarized light here, after passing an optical compensation member and a liquid crystal layer, and the phase contrast  $\delta$  of the elliptically polarized light at this time is [0027].

[Equation 5]  $\delta = (2\pi / \lambda) (\delta_{n1} - \delta_{n2})$

\*\* -- it is expressed like. It is here, and the retardation of a liquid crystal layer, and  $\delta_{n2}$  of notations, in 2, the retardation of an optical phase compensation member and notations  $\delta_{n1}$  and  $\delta_{n2}$  show the optical anisotropy (rate of a birefringence) of a liquid crystal layer and an optical phase compensation member, and, as for Notation  $\lambda$ , notations  $d_1$  and  $d_2$  show [ the wavelength of light and  $\delta_{n1}$  of notations / 1 ] the thickness of a liquid crystal layer and an optical phase compensation member, respectively.

[0028] Incident light is shaded when the value  $\delta$  of the 5th formula of the above is set to the so-called quarter-wave length conditions and 3/4-wave conditions. That is, generally said conditions are expressed as the formula showing in said 4th formula, and formation of  $|\delta_{n1} - \delta_{n2}| / \lambda = 0.25 + m/2$ . What is necessary is just to set up the property of an optical phase compensation member in consideration of the wavelength dispersion of the retardation of a liquid crystal layer, while the wavelength range is 400nm - 700nm, namely, so that said 4th formula may be satisfied in general in the visible wavelength range.

[0029] The linearly polarized light from the polarizer which carried out incidence to the optical phase compensation member passes the optical phase compensation member and liquid crystal layer with which were satisfied of said 4th formula, for example, turns into the clockwise circular polarization of light, and it reflects by said reflective member and it turns into the counterclockwise circular polarization of light. On the other hand, when passing a liquid crystal layer and having become the counterclockwise circular polarization of light, it reflects by the reflective member and becomes the clockwise circular polarization of light.

[0030] Thereby, by passing a liquid crystal layer and an optical compensation member again, the reflected light from a reflective member turns into the linearly polarized light which intersects perpendicularly with the linearly polarized light before passing a liquid crystal layer at the time of incidence, and is shaded with a polarizer.



[0031] moreover, said 3rd [ the ], when an optical phase compensation member satisfies the conditions of the optical anisotropy  $\Delta n_2$  and thickness  $d_2$  so that formula  $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2$  may be satisfied. The linearly polarized light which passed the polarizer and carried out incidence to the optical phase compensation member. Also after passing an optical phase compensation member and a liquid crystal layer, it continues being the linearly polarized light with the parallel polarization direction, therefore even after the reflected light concerned passes a liquid crystal layer and an optical reflective member again after an echo by the reflective member, the polarization condition of the linearly polarized light with the too parallel polarization direction is maintained. Therefore, outgoing radiation light passes a polarizer. It can display using these protection-from-light condition and the passage condition of light.

[0032] When a light reflex member does not hold polarizability in the case of such a display principle, conversion to the counterclockwise circular polarization of light of right-handed rotation which was mentioned above from the circular polarization of light, or conversion of this reverse is no longer performed efficiently, and contrast falls.

[0033] Although there is a flat specular reflection member as a reflective member holding polarizability, since an external body is reflected as it is, as for this, a display becomes hard to see. This applicant has already submitted patent application as a reflecting plate producing method. In this patent application, a photopolymer is applied and patternized to a substrate, and after heat-treating further and transforming heights into a smooth configuration, a reflector is formed on it. Since heights can be formed smoothly according to this approach, there are few multiple echoes and they can consider as the bright reflector holding polarizability. By using such a reflective member, the reflecting plate which has mirror plane nature, i.e., maintenance and diffusibility of the polarizability of light, can be obtained.

[0034]

[Example] Drawing 1 is the sectional view of the reflective mold liquid crystal display (it abbreviates to a liquid crystal display hereafter) 1 of one example of this invention, and drawing 2 R> 2 is the top view of the glass substrate 2 in a liquid crystal display 1. The liquid crystal display 1 of this example is a passive matrix as an example. A liquid crystal display 1 is equipped with the transparent glass substrates 2 and 3 of a couple, and a large number formation of the large projection 4 and the small projection 5 which consist of a synthetic-resin ingredient mentioned later is carried out on a glass substrate 2, respectively. The pars-basilaris-occipitalis diameters  $D_1$  and  $D_2$  of the large projection 4 and the small projection 5 are set to 5 micrometers and 3 micrometers as an example, respectively, and these spacing  $D_3$  is set to at least 2 micrometers or more as an example.

[0035] These projections 4 and 5 are covered, the hollow between projections 4 and 5 is filled, and the smoothing film 6 is formed. The front face of the smoothing film 6 is influenced of projections 4 and 5, and is formed in the shape of a smooth surface. On the smoothing film 6, the reflective metal membrane 7 which consists of metallic materials, such as aluminum, nickel, chromium, or silver, is formed. This reflective metal membrane 7 is formed in band-like [ of straight side ] [ two or more trains ] at the drawing 2 longitudinal direction, as shown in drawing 2. Projections 4 and 5, the smoothing film 6, and the reflective metal membrane 7 constitute the reflecting plate 8 which is a light reflex member in these glass substrates 2. The orientation film 9 is formed on said reflective metal membrane 7.

[0036] In the front face of said glass substrate 2 and the glass substrate 3 which counters, it is band-like [ of straight side ] and the transparent electrode 10 which consists of ITO (indium stannic-acid ghost) etc. is formed in the direction which intersects perpendicularly with the longitudinal direction of said reflective metal membrane 7 [ two or more trains ]. Matrix electrode structure is formed with the reflective metal membrane 7 and the transparent electrode 10. The glass substrate 3 with which the transparent electrode 10 was formed is covered, the orientation film 11 is formed, and the periphery section of the glass substrates 2 and 3 which counter mutually is closed by the sealant 12 mentioned later. Between the orientation film 9 and 11, dielectric anisotropy  $\Delta \epsilon$  encloses the liquid crystal layers 13, such as the Merck Co. make and a trade name ZLI4792, as an example as the liquid crystal ingredient which is forward, and an example.

[0037] The optical compensating plate 14 which is the optical phase compensation member which consists of an oriented film made from a polycarbonate (the optical anisotropy  $\Delta n_2$ , thickness  $d_2$ ) is formed in the liquid crystal layer 13 and opposite hand of said glass substrate 3, and the polarizing plate 15 of 48% of simple substance permeability is further arranged as an example on it.

[0038] Either a scanning circuit 16 or the data circuit 17 is connected to said reflective metal membrane 7 and transparent electrode 10, respectively. By control of the control circuits 18, such as a microprocessor, scanning the reflective metal membrane 7 and a transparent electrode 10 based on the indicative data corresponding to the content of a display, they impress the display electrical potential difference  $V_1$  or the non-display electrical potential difference  $V_2$  from the electrical-potential-difference generating circuit 19, and a scanning circuit 16 and a data circuit 17 realize a display.

[0039] Drawing 3 is drawing showing the optical configuration of a polarizing plate 15, the optical compensating plate 14, and the liquid crystal layer 13. That is, the include angle  $\theta_1$  which the shaft orientations  $L_2$  of the



lagging axis of the optical compensating plate 14 make in the direction of a clockwise rotation is set to 45 degrees as an example to the shaft orientations L1 of the absorption shaft of a polarizing plate 15, or a transparency shaft. On the other hand, the include angle theta 2 which the direction L3 of orientation of the liquid crystal molecule 20 shown in drawing 1 of the liquid crystal layer 13 makes counter clockwise to said shaft orientations L1 is set to 45 degrees as an example.

[0040] Drawing 4 is a sectional view explaining the production process of the reflecting plate 8 shown in drawing 1. As shown in drawing 4 (1), at this example, it is thickness t1 (the glass substrate 2 (the Corning, Inc. make, trade name 7059) of 2 is used 1.1mm as an example.). a glass substrate 2 top -- as an example -- Tokyo -- adaptation -- the spin coat of the photopolymer ingredients, such as shrine make and trade name OFPR-800, is carried out by 500rpm - 3000rpm, and the resist layer 21 is formed. In this example, a spin coat is suitably carried out for 30 seconds by 2500rpm, and the resist film 21 of thickness t2 (1.5 micrometers as an example) is formed.

[0041] Next, as the glass substrate 2 with which the resist film 21 was formed is calcinated for 30 minutes at 90 degrees C and it is shown in drawing 4 (2) below The photo mask 22 with which many circular patterns of two kinds of size mentioned later were formed is arranged and exposed. as an example -- Tokyo -- adaptation -- negatives were developed with the developer which consists of shrine make and a 2.38% solution of trade name NMD-3, and as shown in drawing 4 (3), the large projection 23 and the small projection 24 from which height differs were formed in the front face of a glass substrate 2. Thus, the reason for forming two or more kinds of projections from which height differs is for preventing coloring of the reflected light by interference of light reflected in the summit and trough of a projection.

[0042] As said photo mask 22 is shown in the array condition of the large projection 4 shown in drawing 2 formed of this, and the small projection 5, it is the configuration that the circle of a diameter D1 (5 micrometers as an example) and a diameter D2 (3 micrometers as an example) has been arranged at random, and the spacing D3 of each circle is chosen so that it may be at least 2 micrometers or more. In addition, the pattern of a photo mask 22 is not limited to this. The glass substrate 2 of the manufacture phase of drawing 4 (3) was heated at 200 degrees C for 1 hour, and as shown in drawing 4 (4), extent fusion of the crowning of projections 23 and 24 was carried out a little, and it formed in the shape of radii. As furthermore shown in drawing 4 (5), the spin coat of the same ingredient as said photopolymer ingredient is carried out by 1000rpm - 3000rpm on the glass substrate 2 of the manufacture phase of drawing 4 (4). At this example, a spin coat is suitably carried out by 2000rpm. Thereby, it is buried, and the hollow between each projections 23 and 24 is comparatively loose, and can form the front face of the formed smoothing film 6 in the shape of a smooth surface.

[0043] Furthermore, metal thin films, such as aluminum, nickel, chromium, or silver, are formed in the front face of the smoothing film 6 at thickness t3 (considering as an example 0.01-1.0 micrometers) extent. In this example, sputtering of the aluminum is carried out and the reflective metal membrane 7 is formed.

[0044] The polyimide resin film is formed on each glass substrate 2 and 3, and it calcinates at 200 degrees C for 1 hour. Then, rubbing processing for carrying out orientation of said liquid crystal molecule 20 is performed. Thereby, the orientation film 9 and 11 is formed. These glass substrates 2 and the sealant 12 which closes between three are formed by screen-stenciling the adhesive sealant which mixed the spacer with a diameter of 6 micrometers as an example.

[0045] Thus, it faces combining the reflecting plate 8 formed and the glass substrate 3 with which said transparent electrode 10 and the orientation film 11 were formed, a spacer with a diameter of 5.5 micrometers is sprinkled between a glass substrate 2 and 3, and thickness of a liquid crystal layer is regulated. Said liquid crystal layer 13 is enclosed by carrying out a vacuum deairing, after countering and sticking glass substrates 2 and 3 by said sealant 12. Since the refractive-index anisotropy  $\Delta n_1$  of such a liquid crystal layer 13 is 0.094 and thickness d1 is 5.5 micrometers as an example, 1 is 517nm  $\Delta n_1 d$  of retardation of this liquid crystal layer 13.

[0046] Drawing 5 is a graph which shows the electrical potential difference / reflection factor property of the liquid crystal display 1 of this example. the time of carrying out incidence of the light whose wavelength  $\lambda$  is 550nm -- a numeric value ( $\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2$ ) /  $\lambda = 0.25$ , and 0. -- 2 was selected, respectively  $\Delta n_2 d$  of retardation of said optical compensating plate 14 so that it might be set to 3 and 0.5. The characteristic curves 25, 26, and 27 of drawing 5 are acquired for every case of each numeric value. That is, in the case of  $m = 0$ , a characteristic curve 25 corresponds in said 4th formula, and, in the case of  $m = 1$ , a characteristic curve 27 corresponds in said 3rd formula.

[0047] Since a characteristic curve 26 satisfies neither [ said ] the 3rd formula nor the 4th formula The in-between condition in the case of being the characteristic curve 25 by which the characteristic curve 27 or the reflected light the reflected light from a reflecting plate 8 carries out [ the reflected light ] outgoing radiation from a liquid crystal display 1 at the time of no electrical-potential-difference impressing is shaded is shown. Either the 3rd formula or the 4th formula is satisfied at the time of an electrical potential difference V1, another side of the 3rd formula and the 4th formula is satisfied at the time of an electrical potential difference V2, and desirable display grace is realized at this time. That is, it is understood by choosing the retardation of the optical compensating plate 14 or the

liquid crystal layer 13 that high display grace is realizable so that it may be satisfied with this example of said 3rd formula and 4th formula.

[0048] According to the experiment of this artificer about this example, when an electrical potential difference was impressed, the reflection factor of said direction of a normal over the light which carried out incidence from the direction where only 30 include angles inclined about the direction of a normal of a liquid crystal display 1 was about 45% of maxes, and the maximum contrast ratio was 7. The standard white plate of a magnesium oxide MgO was used as a member used as the criteria for determining the contrast ratio at this time. In addition, it is a time of  $\lambda$  being a numeric value  $(\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2) / 0.25$  that a reflection factor becomes small in the graph of drawing 5, and when a reflection factor is max, it is the case where a numeric value  $(\delta n_1 d_1 - \delta n_2 d_2) / \lambda$  is set to 0.5. By using these two conditions, a monochrome display is realizable.

[0049] Only in the case of  $m = 0$ , at this example,  $m = 1$  and the 4th formula showed by said 3rd formula, but even when Variables  $m$  were other numeric values, demonstrating the same effectiveness was checked. In addition, although the 3rd formula and the 4th formula showed that effectiveness showed up when the difference of the retardation of a liquid crystal layer and a film showed a certain specific value, this value changes with dispersion in the thickness of a liquid crystal layer, or the thickness of a film actually here. Then, when this value varied and it investigated how much contrast would be influenced, it turned out that big effect does not appear in the  $0.1$  or less range, but the 3rd formula and the 4th formula can be equal to practical use enough.

[0050] Drawing 6 is drawing explaining actuation of the liquid crystal display 1 of this example, and disassembles and shows a liquid crystal display 1 for the facilities of explanation. In the time of the protection-from-light actuation shown in drawing 6 (1), incident light 28 will turn into the linearly polarized light 29 parallel to said shaft orientations L1 of a polarizing plate 15, if a polarizing plate 15 is passed. The linearly polarized light 29 passes the optical compensating plate 14 and the liquid crystal layer 13 with which are satisfied of said 2nd formula, and turns into the clockwise circular polarization of light 30 as an example. It reflects with a reflecting plate 8 and this circular polarization of light 30 turns into the counterclockwise circular polarization of light 31. This circular polarization of light 31 will turn into the linearly polarized light 32 which has the plane of polarization of the direction of the linearly polarized light 29 at the time of said incidence, and the direction which intersects perpendicularly, if the liquid crystal layer 13 and the optical compensating plate 14 which have the retardation which satisfies said 4th formula, respectively are passed. This linearly polarized light 32 is shaded with a polarizing plate 15. That is, the reflected light from a reflecting plate 8 is shaded.

[0051] On the other hand, in passing the liquid crystal layer 13 and becoming the clockwise circular polarization of light, the circular polarization of light concerned will turn into the counterclockwise circular polarization of light, if it reflects with a reflecting plate 8.

[0052] On the other hand, at the time of the light transmission actuation shown in drawing 6 (2),  $\delta n_2 d$  of each retardation of the optical compensation member 14 and the liquid crystal layer 13, 2 and  $\delta n_1 d_1$  are chosen so that said 3rd formula may be satisfied. If incident light 28 passes a polarizing plate 15 at this time, it will become the linearly polarized light 29 parallel to said shaft orientations L1. Even if this linearly polarized light 29 passes the optical compensating plate 14 and the liquid crystal layer 13 which are set to satisfy said 3rd formula, it holds the same polarization condition. It is also the same as even if the linearly polarized light 29 which passed the liquid crystal layer 13 reflects with a reflecting plate 8, after holding the same linearly polarized light condition and passing the liquid crystal layer 13 and the optical compensating plate 14. Therefore, this reflected light passes and carries out outgoing radiation of the polarizing plate 15.

[0053] Although the oriented film made from a polycarbonate was used as an optical compensating plate 14 in this example, this invention is not limited to this and can also use oriented films, such as polyvinyl alcohol (PVA) or polymethylmethacrylate (PMMA), as an example. Moreover, the orientation film can be formed in the front face of the glass substrate of a couple, respectively, and the liquid crystal device which encloses and carried out parallel orientation of the liquid crystal layer between each orientation film can also use at least optics as a phase compensating plate. Also let retardation of the liquid crystal layer in this case be the value specified by the 3rd formula mentioned above and the 4th formula. Moreover, a liquid crystal molecule is arranged so that it may intersect perpendicularly with the liquid crystal molecule of a display device.

[0054] In the reflective mold liquid crystal display 1 of this example, since the field in which the reflective metal membrane 7 of a reflecting plate 8 was formed is arranged at the liquid crystal layer 13 side, the parallax in the case of observing a liquid crystal display 1 is canceled, and the good display screen is obtained. Also when used as a picture element electrode connected to the thin film transistor used as a switching element, the nonlinear element of MIM (metal-insulator layer-metal) structure, etc. when it is the configuration that furthermore active-matrix actuation of the liquid crystal display 1 is carried out, it is checked that good display grace is realizable as mentioned above.

[0055] Moreover, in order to increase the steepness of an electro-optics property, 1 does not call at a location but a uniform thing is [  $\delta n_1 d$  of retardation of the liquid crystal layer 13 ] desirable [ 1 ]. If it says strictly, when the

irregularity by the projections 4 and 5 which were mentioned above in the reflecting plate 8 exists, at the summit of projections 4 and 5, and the pars basilaris ossis occipitalis between projections 4 and 5, the thickness of the liquid crystal layer 13 differs and retardation also differs as a result. For this reason, in order to bury and carry out flattening of the surface irregularity of the reflective metal membrane 7 on the reflective metal membrane 7 of the reflecting plate 8 shown in drawing 1, this artificer added the flattening layer which consists of acrylic resin as an example, formed transparent electrodes, such as ITO, on this further at the same configuration as said reflective metal membrane 7, and was taken as the electrode for a display. If it does in this way, the difference of elevation of the projected part in the front face of said flattening layer can be set to 0.1 micrometers.

[0056] thus, by carrying out, it was checked that the steepness of an electro-optics property is boiled markedly and it can improve. In this case, it can be used, without not asking an inorganic material and an organic material as a flattening layer, but asking that ingredient, if it is the transparent film with flattening capacity. It was checked that simple multiplexer actuation of the 100 or more scanning lines is attained by this.

[0057] Moreover, it is checked that it replaces with the glass substrate 2 in this example, and the same effectiveness can be demonstrated also with an opaque substrate like a silicon substrate as an example. In using such a silicon substrate as a glass substrate 2 in the above-mentioned example, it has the advantage which can integrate and form circuit elements, such as the scanning circuit 16 mentioned above, a data circuit 17, a control circuit 18, and the electrical-potential-difference generating circuit 19, on a silicon substrate.

[0058] The case where the pneumatic liquid crystal (the Chisso Corp. make, trade name SD- as an example 4107) twisted 240 degrees among glass substrates 2 and 3 is used as a liquid crystal layer 13 as other examples of this invention is mentioned. 1 and  $\Delta n_{2d2}$  were adjusted  $\Delta n_{1d}$  of retardation of the liquid crystal layer 13 and the optical compensating plate 14 so that it might be satisfied with this example of said conditions of the 3rd formula and the 4th formula, using the oriented film made from a polycarbonate as an optical compensating plate 14 in the structure shown in drawing 1. Other components used the configuration shown in drawing 1, and the same configuration. According to such a configuration, according to the experiment of this artificer, in the case of 200 duty actuation [ 1 / ], display contrast is 6, and the good display property that no parallax is was realized.

[0059] Although the liquid crystal twisted 240 degrees was used for the liquid crystal layer 13 in this example, this invention is not limited to this, and whether it is the liquid crystal ingredient of what kind of twist angle or is the liquid crystal ingredient which is not twisted, or if it is a liquid crystal ingredient which has the property which can control retardation by electric field, all can carry it out to this invention. Moreover, as an optical compensating plate 14, retardation can be set up, and even if it uses the liquid crystal ingredient which can set up such retardation the optimal so that said conditions of the 3rd formula and the 4th formula may be satisfied, this invention becomes realizable.

[0060] This invention is not limited to the above example and can be applied to the optical control unit of a reflective mold still more widely. Moreover, multicolor or a full color display is attained by forming a light filter layer in one substrate.

[0061]

[Effect of the Invention] When following this invention as mentioned above, a reflective member is reached through a polarizer, an optical phase compensation member, and a liquid crystal layer, and it is reflected by the reflective member, and was made to carry out outgoing radiation of the incident light through the liquid crystal layer, the optical phase compensation member, and the polarizer. Here, after the linearly polarized light acquired from a polarizer by carrying out outgoing radiation passes an optical compensation member and a liquid crystal layer, it becomes elliptically polarized light and the phase contrast  $\delta$  of this elliptically polarized light is defined by said 3rd formula.

[0062] By adjusting the numeric value  $(\Delta n_{1d1} - \Delta n_{2d2}) / \lambda$  in the 3rd formula by the electric field by which a liquid crystal layer is impressed, optical switching operation is realizable. That is, since a light reflex member is constituted inside a liquid crystal device and the projected part in the irregularity of the reflector of a light reflex member can moreover be formed smoothly, there are few multiple echoes and they can consider as the bright reflector holding polarizability. By using such a reflective member, the reflecting plate which has maintenance and diffusibility of the polarizability of light can be obtained. That is, while parallax is cancelable, the high reflective mold liquid crystal display of display grace is realizable by high brilliance.

[0063] Moreover, by making a liquid crystal molecule into parallel orientation or twist orientation, a speed of response is quick, and the dependability of a display action is high, and the reflective mold liquid crystal display suitable for fertilization can be realized.

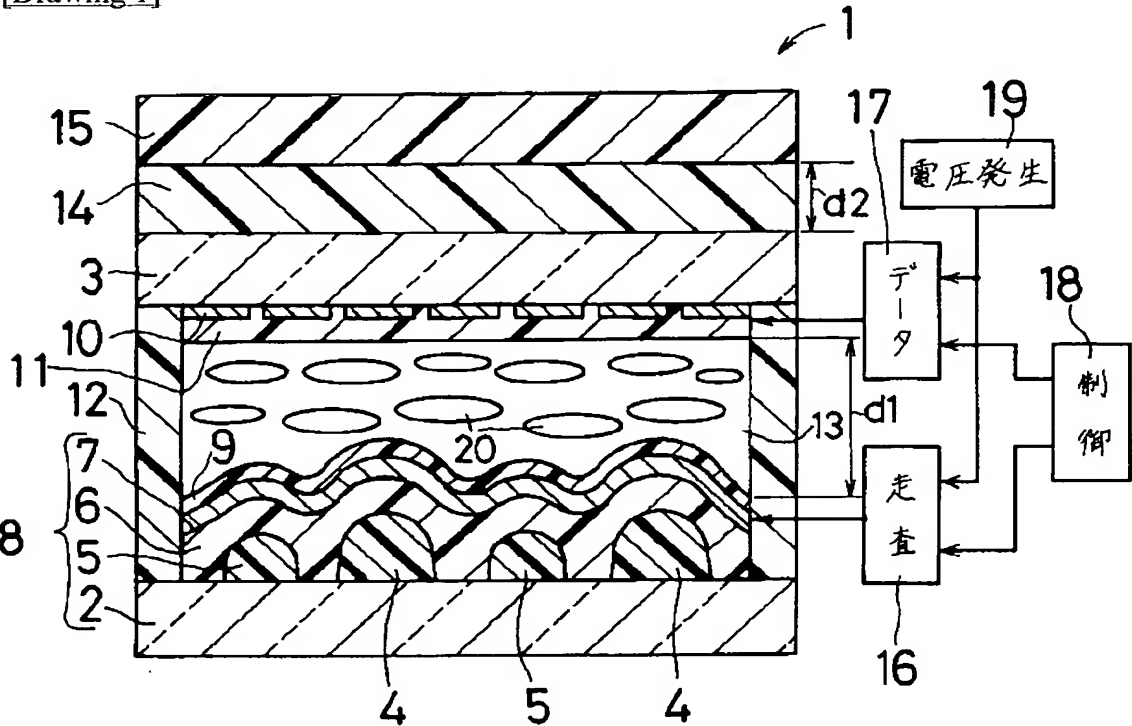
\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

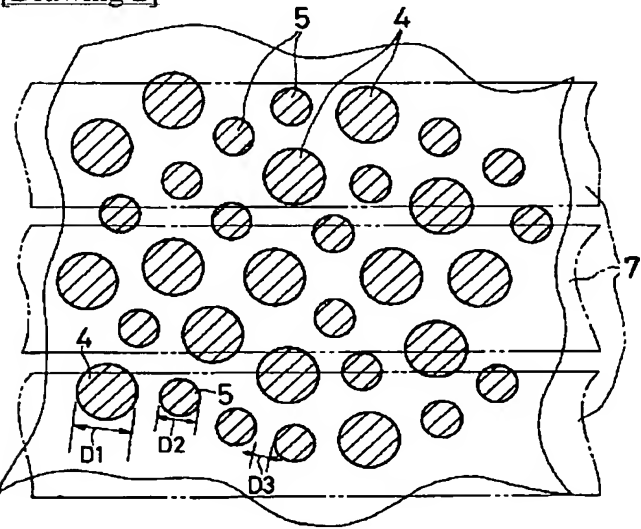
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

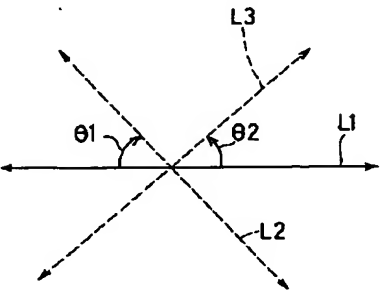
[Drawing 1]



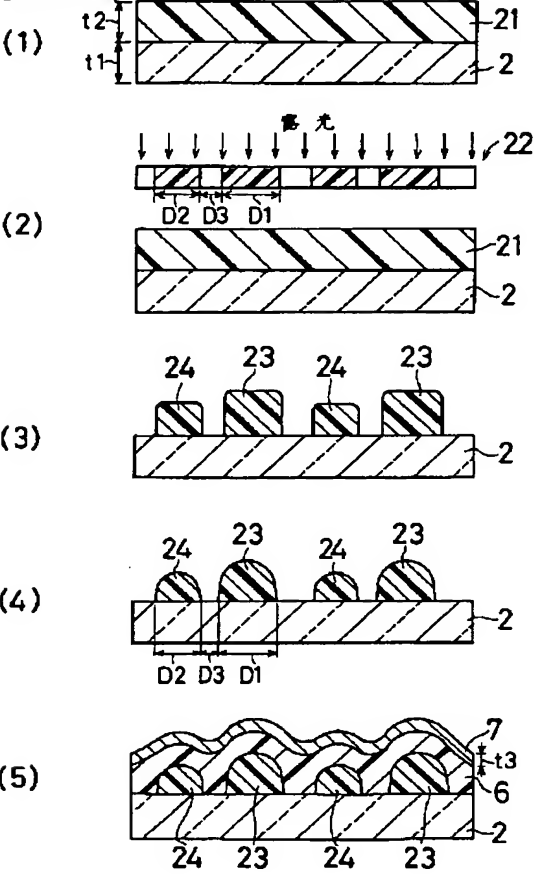
[Drawing 2]



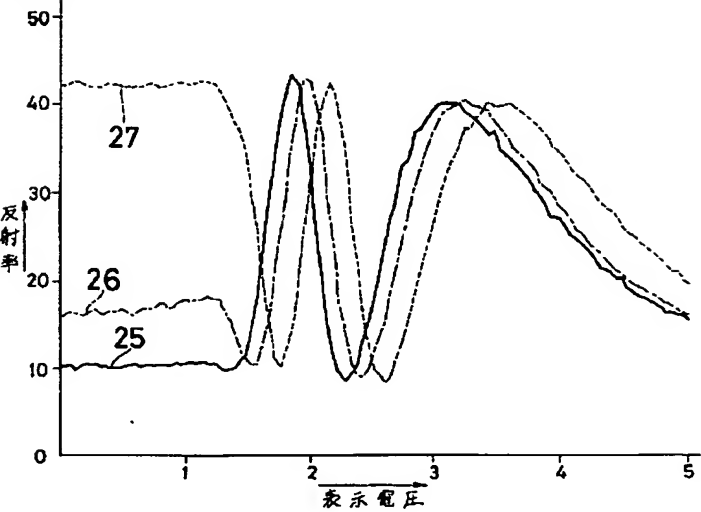
[Drawing 3]



[Drawing 4]



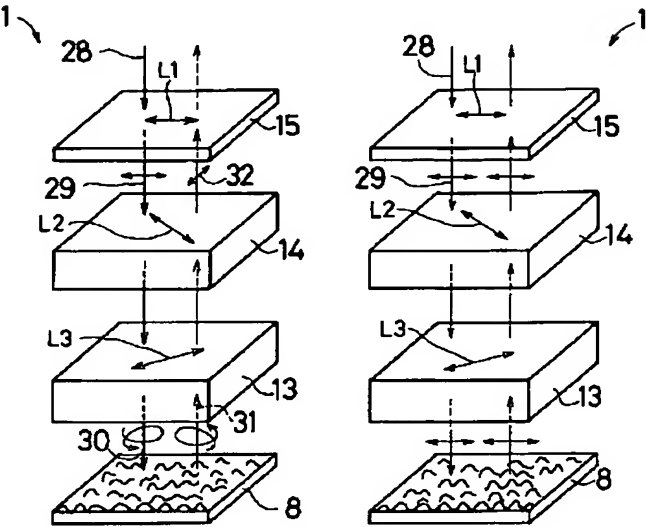
[Drawing 5]



[Drawing 6]

(1) (反射光遮光)

(2) (反射光透過)



[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-11711

(43)公開日 平成6年(1994)1月21日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1335	5 2 0	7408-2K	
			7408-2K	
	1/1343		9018-2K	

審査請求 未請求 請求項の数10(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平4-169540

(22)出願日 平成4年(1992)6月26日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 内田 龍男

仙台市青葉区荒巻字青葉(番地なし)

(72)発明者 関 秀廣

青森県八戸市大字妙字大開88-1

(72)発明者 三ツ井 精一

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74)代理人 弁理士 西教 圭一郎 (外1名)

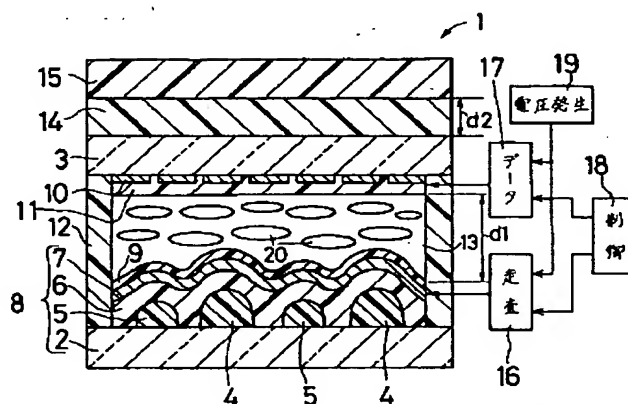
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 反射型液晶表示装置

(57)【要約】

【目的】 表示品位が良好で、高精彩な液晶表示装置を提供する。

【構成】 ガラス基板2上には合成樹脂材料からなる大突起4および小突起5が形成される。大突起4および小突起5の底部直径D1、D2は、それぞれ例として5 $\mu$ mおよび3 $\mu$ mに定められ、これらの間隔D3は例として少なくとも2 $\mu$ m以上に定められる。これらの突起4、5を被覆し、突起4、5の間の凹所を埋めて平滑化膜6が形成される。平滑化膜6上にはアルミニウムなどの金属材料からなる反射金属膜7が形成される。この反射金属膜7は、長手の帯状に複数列に亘って形成される。これらガラス基板2に、突起4、5、平滑化膜6および反射金属膜7が、反射板8を構成する。前記反射金属膜7上には、配向膜9が形成される。





(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 液晶素子の光の入射側に偏光子を配置してなる反射型液晶表示装置において、

液晶素子は少なくとも透明電極を形成した絶縁性基板と、

一方の表面が滑らかな凹凸を有し、当該一方表面に光反射面が形成され、前記透明電極と協働して表示駆動する対向電極が形成された鏡面性の光反射部材と、

当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子の配向が平行配向またはツイスト配向のいずれかに

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2 \pm 0.1 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

のときに光透過状態、また電圧V2印加時に波長400

～700nmの範囲の光の波長λに対して、

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1$$

$$(m=0, 1, 2, \dots)$$

のときに遮光状態となるように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項3】 前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長λに対して、前記第1式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項4】 前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長λに対して、前記第2式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項5】 前記光反射部材の光反射面を形成する光反射膜が、前記液晶層側に臨んでいることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の反射型液晶表示装置。

【請求項6】 前記光反射面が、前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極面として定められることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項7】 前記光学位相補償部材が、一対の透明基板と、各透明基板上に形成された透明電極と、各透明基板間に封入された液晶層とを備えてなる液晶素子であることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項8】 前記光学位相補償部材が、高分子延伸フィルムであることを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項9】 前記光反射面の上に、前記光反射部材の表面に構成される凹凸を吸収する透明な平坦化層を設け、この平坦化層の上に透明電極を形成し、当該透明電

\* 選ばれた液晶層とを備え、

前記偏光子と液晶素子との間に光学位相補償部材が配設されることを特徴とする反射型液晶表示装置。

【請求項2】 前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$  ( $\Delta n_1$ ; 液晶層の光学異方性、 $d_1$ ; 液晶層の層厚) と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$  ( $\Delta n_2$ ; 光学位相補償部材の光学異方性、 $d_2$ ; 光学位相補償部材の厚さ) とが、電圧V1の印加時に400～700nmの範囲の光の波長λに対して、

【数1】

※ 【数2】

極が前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極として定められる請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【請求項10】 前記絶縁性基板上、または絶縁性基板上に形成された透明電極上のいずれかにカラーフィルタ層を形成したことを特徴とする請求項1に記載の反射型液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、直視式のバックライトを用いない反射型液晶表示装置に関し、さらに詳しくはワードプロセッサやいわゆるノート型パーソナルコンピュータなどのオフィスオートメーション機器や、各種映像機器およびゲーム機器などに好適に実施される反射型液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、ワードプロセッサやラップトップ型パーソナルコンピュータあるいはポケットテレビと称される携帯型テレビジョン受信機などへの液晶表示装置の応用が急速に進展している。特に液晶表示装置の中でも、外部から入射した光を反射させて表示を行う反射型液晶表示装置は、光源となるバックライトが不要であるため消費電力が低く、かつ薄型、軽量化が可能であり、注目されている。

【0003】 従来から、反射型液晶表示装置には、TN (ツイステッドネマティック) 方式、およびSTN (スーパーツイステッドネマティック) 方式が用いられている。TN方式は、1組の偏光板の間に、一対のガラス基板と、各ガラス基板表面に形成された透明電極と、ガラス基板間に封入された液晶層とを含んでなる液晶表示素子を配置し、この液晶表示素子の光学的性質、すなわち電圧無印加時の旋光特性と、電圧印加時の旋光解消特性とを利用して白黒表示を行うものである。

【0004】 また、カラー表示に関しては、液晶表示素子内にたとえば赤色、青色、緑色などの各色毎のカラー

(3)

3

フィルタを設け、電圧の無印加時／印加時に対応する液晶表示素子の光スイッチング特性を利用し、加色混合によって比較的少色のカラー表示を行うマルチカラー表示、あるいは基本的に任意の色彩を表示可能なフルカラー表示を実現するようにしている。このような反射型液晶表示装置は、現在、駆動方式としてアクティブマトリックス駆動方式や単純マトリックス駆動方式が用いられ、例として携帯可能ないわゆるポケット液晶テレビジョン受信機の表示装置として採用されている。

【0005】ワードプロセッサなどのオフィスオートメーション機器における表示装置として広く採用されている表示方式は、液晶が前記TN方式の液晶と類似の液晶表示原理を有し、液晶分子の捩れ角を180°～270°に設定する前記STN方式が挙げられる。このSTN方式の特徴は、液晶分子の捩れ角を90°以上に増大させ、液晶表示素子の複屈折効果によって生ずる楕円偏光に対する偏光板の透過軸の設定角度を最適化することによって、電圧印加に伴う急激な分子配向変形を、液晶の複屈折変化に対応させ、しきい値以上で急峻な光学的变化を呈する光学特性を表示に利用するものである。したがって、単純マトリックス駆動方式の高マルチプレクス駆動に適するものである。

【0006】一方、このSTN方式の短所としては、液晶の複屈折によって表示の背景色として黄緑や濃紺の着色を呈することである。この着色現象の改善策として、表示用STN液晶表示素子に光学補償用液晶表示素子や、ポリカーボネイトなどの高分子で形成される位相差板を重ね合わせることによって色補償を行い、白黒表示に近い表示可能とする液晶表示装置が提案されている。このような着色補償を行う構成の液晶表示素子がいわゆるペーパーホワイト型液晶表示装置として用いられている。なお、TN方式およびSTN方式の液晶表示装置の詳細な動作原理は、日本学術振興会第142委員会編「液晶デバイスハンドブック」1989、第329頁～第346頁に記載されており、周知の技術である。

【0007】これらのTN方式あるいはSTN方式の液晶表示素子を反射型液晶表示装置として適用しようとすると、表示方式の原理の点で液晶表示素子を一对の偏光板で挟む構成にし、その外側に反射板を設置する必要がある。このため、液晶表示素子に用いられるガラス基板の厚さのために、使用者がガラス基板を見る角度、すなわちガラス基板の法線方向と前記使用者が液晶表示素子を見る方向とのなす角度によって視差が生じ、表示が二重に認識されるという問題点がある。

【0008】また、従来のTN方式あるいはSTN方式など、液晶の複屈折を電界で制御し、光シャッター機能を利用して表示を行う場合、このような表示方式の液晶表示装置において偏光板を1枚とした場合、前述した、反射型液晶表示装置としての原理上、コントラストのある表示、すなわち白黒表示を実現することは不可能であ

4

る。

【0009】ここで、偏光板1枚と1/4波長板とを用いた反射型TN(45度ツイスト型)方式の液晶表示装置が、特開昭55-48733に開示されている。この先行技術は、45度捩れた液晶層を用い、印加される電界の制御によって、入射直線偏光の偏波面を、1/4波長板の光軸に平行な状態と45度捩れた状態との2つの状態を実現し、白黒表示を行う。液晶表示素子の構成は、入射光側から、偏光子、45度ツイスト液晶表示素子、1/4波長板および反射板である。また、米国特許4,701,028には、偏光板1枚と、1枚波長板と、垂直配向液晶表示素子とを組み合わせた反射型垂直配向液晶表示装置が開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開昭55-48733に記載されている液晶表示装置では、液晶層と反射板との間に1/4反射板を設ける必要があるため、原理上、液晶表示素子の内部に反射膜を構成することができない。したがって、構成を簡略化、小型化することが困難であるという課題を有している。また、表示に関する基本原理はTN方式と同一であるため、電気光学特性の急峻性はTN方式と同様である。すなわち、表示品位に関してコントラストの向上や前述した電気光学特性の急峻性の向上を図ることが困難であるという課題を有している。

【0011】また、前記米国特許4,701,028に記載されている垂直配向型液晶表示装置は、下記の問題点を有している。

【0012】①液晶層の垂直配向に、特に傾斜垂直配向は分子の姿勢に関する制御が極めて困難であり、このような制御を実現する構成が複雑になり、量産化に不適である。

②垂直配向は配向規制力が弱く、応答速度が遅い。

③垂直配向を用いた場合、駆動時にダイナミックスキャタリングが発生することがあり、表示動作の信頼性の点で問題がある。

【0013】本発明の目的は、上述の技術的課題を解消し、視差がなく、高精彩で表示品位の高い反射型液晶表示装置を提供することである。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明は、液晶素子の光の入射側に偏光子を配置してなる反射型液晶表示装置において、液晶素子は少なくとも透明電極を形成した絶縁性基板と、一方の表面が滑らかな凹凸を有し、当該一方表面に光反射面が形成され、前記透明電極と協働して表示駆動する対向電極が形成された鏡面性の光反射部材と、当該絶縁性基板と当該反射部材との間に封入され、液晶分子の配向が平行配向またはツイスト配向のいずれかに選ばれた液晶層とを備え、前記偏光子と液晶素子との間に光学位相補償部材が配設されることを特徴とする

(4)

5

反射型液晶表示装置である。

【0015】また本発明は、前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$  ( $\Delta n_1$ ; 液晶層の光学異方性、 $d_1$ ; 液晶層の層厚) と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$  ( $\Delta n_2$ ; 光学位相補償部材の光学異方性、

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2 \pm 0.1 \quad (m=0, 1, 2, \dots)$$

のときに光透過状態、また電圧V2印加時に波長400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、

$$|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2 \pm 0.1$$

$$(m=0, 1, 2, \dots)$$

のときに遮光状態となるように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする。

【0018】また本発明は、前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、前記第3式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする。

【0019】また本発明は、前記液晶素子のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ と、光学位相補償部材のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ とが、電圧の無印加時に400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、前記第4式を満足するように選ばれ、前記液晶層に印加される電界により、数値 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda$ を変化させるようにしたことを特徴とする。

【0020】また本発明は、前記光反射部材の光反射面を形成する光反射膜が、前記液晶層側に臨んでいることを特徴とする。

【0021】また本発明は、前記光反射面が、前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極面として定められることを特徴とする。

【0022】また本発明は、前記光学位相補償部材が、一対の透明基板と、各透明基板上に形成された透明電極と、各透明基板間に封入された液晶層とを備えてなる液晶素子であることを特徴とする。

【0023】また本発明は、前記光学位相補償部材が、高分子延伸フィルムであることを特徴とする。

【0024】また本発明は、前記光反射面の上面に、前記光反射部材の表面に構成される凹凸を吸収する透明な平坦化層を設け、この平坦化層の上に透明電極を形成し、当該透明電極が前記絶縁性基板上に形成された透明電極に対向する電極として定められることを特徴とする。

【0025】また本発明は、前記絶縁性基板上、または絶縁性基板上に形成された透明電極上のいずれかにカラーフィルタ層を形成したことを特徴とする。

【0026】

【作用】以下、本発明の反射型液晶表示装置の表示原理を説明する。本発明の反射型液晶表示装置への入射光

6

\*  $d_2$ ; 光学位相補償部材の厚さ) とが、電圧V1の印加時に400～700nmの範囲の光の波長 $\lambda$ に対して、

【0016】

【数3】

※ 【0017】

【数4】

は、偏光子、光学位相補償部材および液晶層を介して反射部材に到達し、反射部材で反射されて液晶層、光学位相補償部材および偏光子を介して出射する。ここで、偏光子から出射して得られる直線偏光が、光学補償部材と液晶層とを通過した後、楕円偏光となり、このときの楕円偏光の位相差 $\delta$ は、

【0027】

$$\text{【数5】 } \delta = (2\pi / \lambda) (\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2)$$

のように表される。ここで、記号 $\lambda$ は光の波長、記号 $\Delta n_1 d_1$ は液晶層のリターデーション、記号 $\Delta n_2 d_2$ は光学位相補償部材のリターデーション、記号 $\Delta n_1$ 、 $\Delta n_2$ は液晶層および光学位相補償部材の光学異方性(複屈折率)、記号 $d_1$ 、 $d_2$ は液晶層および光学位相補償部材の厚さをそれぞれ示す。

【0028】上記第5式の値 $\delta$ をいわゆる $1/4$ 波長条件と、 $3/4$ 波長条件とに設定したときに、入射光が遮光される。すなわち、前記条件は一般には前記第4式に示す数式、 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = 0.25 + m / 2$ の成立として表される。液晶層のリターデーションの波長分散を考慮して、波長範囲が400nm～700nmの間、すなわち可視の波長範囲で、前記第4式をおおむね満足するように光学位相補償部材の特性を設定すればよい。

【0029】光学位相補償部材に入射した偏光子からの直線偏光は、前記第4式を満足した光学位相補償部材および液晶層を通過して、たとえば右回りの円偏光となつて、前記反射部材で反射し、左回りの円偏光となる。一方、液晶層を通過して左回りの円偏光となっている場合には、反射部材で反射し右回りの円偏光となる。

【0030】これにより、反射部材からの反射光は再び液晶層および光学補償部材を通過することにより、入射時に液晶層を通過する前の直線偏光とは直交する直線偏光となり、偏光子により遮光される。

【0031】また、前記第3式 $|\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2| / \lambda = m / 2$ を満足するように光学異方性 $\Delta n_2$ および厚さ $d_2$ の条件を、光学位相補償部材が満足した場合には、偏光子を通過して光学位相補償部材に入射した直線偏光は、光学位相補償部材および液晶層を通過した後でも偏光方向が平行な直線偏光のままであり、したがって反射部材で反射後、あるいは当該反射光が再び液晶層お

(5)

7

よび光学反射部材を通過した後も、やはり偏光方向が平行な直線偏光の偏光状態を維持する。したがって出射光は偏光子を通過する。これら遮光状態および光の通過状態を利用して表示を行うことができる。

【0032】このような表示原理の場合、光反射部材が偏光性を保持しない場合には、前述したような右回りの円偏光から左回りの円偏光への変換、またはこの逆の変換が効率的に行われなくなり、コントラストが低下する。

【0033】偏光性を保持する反射部材としては、平坦な鏡面反射部材があるが、これは外部の物体がそのまま映るため、表示が見にくくなる。本件出願人は反射板作製法として、既に特許出願を提出している。この特許出願では、基板に感光性樹脂を塗布しパターン化し、さらに熱処理を行って凸部を滑らかな形状に変形した後、その上に反射面を形成したものである。この方法によれば凸部を滑らかに形成できるため、多重反射が少なく、偏光性を保持した明るい反射面とすることができる。このような反射部材を用いることにより、鏡面性、すなわち光の偏光性の保持と拡散性とを兼ね備えた反射板を得ることができる。

【0034】

【実施例】図1は本発明の一実施例の反射型液晶表示装置（以下、液晶表示装置と略す）1の断面図であり、図2は液晶表示装置1におけるガラス基板2の平面図である。本実施例の液晶表示装置1は例として単純マトリクス方式である。液晶表示装置1は、一対の透明なガラス基板2、3を備え、ガラス基板2上には後述する合成樹脂材料からなる大突起4および小突起5がそれぞれ多数形成される。大突起4および小突起5の底部直径D1、D2は、それぞれ例として5 $\mu$ mおよび3 $\mu$ mに定められ、これらの間隔D3は例として少なくとも2 $\mu$ m以上に定められる。

【0035】これらの突起4、5を被覆し、突起4、5の間の凹所を埋めて平滑化膜6が形成される。平滑化膜6の表面は、突起4、5の影響を受け、滑らかな曲面状に形成される。平滑化膜6上にはアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属材料からなる反射金属膜7が形成される。この反射金属膜7は、図2に示すように図2左右方向に長手の帯状に複数列に亘って形成される。これらガラス基板2に突起4、5、平滑化膜6および反射金属膜7が、光反射部材である反射板8を構成する。前記反射金属膜7上には、配向膜9が形成される。

【0036】前記ガラス基板2と対向するガラス基板3の表面には、前記反射金属膜7の長手方向と直交する方向に長手の帯状であって、ITO（インジウムスズ酸化物）などからなる透明電極10が複数列に亘って形成される。反射金属膜7と透明電極10とでマトリクス電極構造が形成されている。透明電極10が形成されたガ

8

ラス基板3を被覆して配向膜11が形成され、相互に対向するガラス基板2、3の周縁部は後述するシール材12で封止される。配向膜9、11間には、例として誘電異方性 $\Delta\epsilon$ が正である液晶材料、例としてメルク社製、商品名ZLI4792などの液晶層13を封入する。

【0037】前記ガラス基板3の液晶層13と反対側には、ポリカーボネイト製の延伸フィルム（光学異方性 $\Delta n_2$ 、厚さ $d_2$ ）からなる光学位相補償部材である光学補償板14を設け、さらにその上に例として単体透過率48%の偏光板15を配置する。

【0038】前記反射金属膜7および透明電極10には、それぞれ走査回路16およびデータ回路17の一方が接続される。走査回路16およびデータ回路17は、マイクロプロセッサなどの制御回路18の制御により、表示内容に対応する表示データに基づいて反射金属膜7および透明電極10を走査しつつ、電圧発生回路19からの表示電圧V1または非表示電圧V2を印加し表示を実現する。

【0039】図3は偏光板15、光学補償板14および液晶層13の光学的構成を示す図である。すなわち、偏光板15の吸収軸あるいは透過軸の軸方向L1に対して、光学補償板14の遅相軸の軸方向L2が時計回り方向になす角度 $\theta_1$ は、例として45度に定められる。一方、液晶層13の図1に示す液晶分子20の配向方向L3が、前記軸方向L1に対して反時計回りになす角度 $\theta_2$ は、例として45度に定められる。

【0040】図4は図1に示す反射板8の製造工程を説明する断面図である。図4（1）に示されるように、本実施例では厚さ $t_1$ （例として1.1mm<sup>2</sup>のガラス基板2（コーニング社製、商品名7059）を用いる。ガラス基板2上に、例として東京応化社製、商品名OFP R-800などの感光性樹脂材料を、500rpm~3000rpmでスピンコートし、レジスト層21を形成する。本実施例では、好適には2500rpmで30秒間スピンコートし、厚さ $t_2$ （例として1.5 $\mu$ m）のレジスト膜21を成膜する。

【0041】次に、レジスト膜21が成膜されたガラス基板2を90℃で30分間焼成し、次に図4（2）に示すように、後述する大小2種類の円形のパターンが多数形成されたフォトマスク22を配置して露光し、例として東京応化社製、商品名NMD-3の2.38%溶液からなる現像液で現像を行い、図4（3）に示されるようにガラス基板2の表面に、高さの異なる大突起23および小突起24を形成した。このように、高さの異なる2種類以上の突起を形成する理由は、突起の頂上と谷とで反射した光の干渉による反射光の色付きを防ぐためである。

【0042】前記フォトマスク22は、これによって形成される図2に示す大突起4および小突起5の配列状態に示すように、直径D1（例として5 $\mu$ m）と、直径D

(6)

9

2 (例として $3\mu\text{m}$ )の円がランダムに配置された構成であり、各円の間隔D3は少なくとも $2\mu\text{m}$ 以上であるように選ばれる。なお、フォトマスク22のパターンはこれに限定されるものではない。図4(3)の製造段階のガラス基板2を、 $200^\circ\text{C}$ で1時間加熱し、図4

(4)に示されるように突起23、24の頂部を若干程度溶融して円弧状に形成した。さらに図4(5)に示すように、図4(4)の製造段階のガラス基板2上に、前記感光性樹脂材料と同一の材料を $1000\text{rpm}\sim 3000\text{rpm}$ でスピコートする。本実施例では好適には $2000\text{rpm}$ でスピコートする。これにより、各突起23、24の間の凹所が埋められ、形成された平滑化膜6の表面を比較的緩やかでかつ滑らかな曲面状に形成することができる。

【0043】さらに、平滑化膜6の表面にアルミニウム、ニッケル、クロムあるいは銀などの金属薄膜を膜厚 $t_3$ (例として $0.01\sim 1.0\mu\text{m}$ )程度に形成する。本実施例ではアルミニウムをスパッタリングして、反射金属膜7を形成する。

【0044】各ガラス基板2、3上に、ポリイミド樹脂膜を形成し、 $200^\circ\text{C}$ で1時間焼成する。この後、前記液晶分子20を配向させるためのラビング処理を行う。これにより配向膜9、11が形成される。これらのガラス基板2、3間を封止するシール材12は、例として直径 $6\mu\text{m}$ のスペーサを混入した接着性シール材をスクリーン印刷することによって形成される。

【0045】このようにして形成される反射板8と、前記透明電極10および配向膜11が形成されたガラス基板3とを組み合わせるに際して、ガラス基板2、3間に直径 $5.5\mu\text{m}$ のスペーサを散布し、液晶層の層厚の規制を行う。前記液晶層13は、ガラス基板2、3を対向して、前記シール材12で貼り合わせた後、真空脱気することにより、封入される。このような液晶層13の屈折率異方性 $\Delta n_1$ は $0.094$ 、層厚 $d_1$ は例として $5.5\mu\text{m}$ であるので、この液晶層13のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ は $517\text{nm}$ である。

【0046】図5は、本実施例の液晶表示装置1の電圧/反射率特性を示すグラフである。波長 $\lambda$ が $550\text{nm}$ の光を入射させたときに、数値 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda = 0.25, 0.3, 0.5$ となるように、前記光学補償板14のリターデーション $\Delta n_2 d_2$ をそれぞれ選定した。各数値の場合毎に、図5の特性曲線25、26、27が得られる。すなわち、特性曲線25は、前記第4式において、 $m=0$ の場合に対応し、特性曲線27は前記第3式において、 $m=1$ の場合に対応する。

【0047】特性曲線26は前記第3式および第4式のいずれをも満足しないので、電圧無印加時において反射板8からの反射光が液晶表示装置1から出射する特性曲線27あるいは反射光が遮光される特性曲線25の場合の中間的な状態を示し、電圧V1のとき第3式および第

10

4式的一方を満足し、電圧V2のとき第3式および第4式他方を満足し、このとき好ましい表示品位が実現される。すなわち、本実施例では前記第3式および第4式が満足されるように、光学補償板14あるいは液晶層13のリターデーションを選択することにより、高い表示品位が実現できることが理解される。

【0048】本実施例に関する本件発明者の実験によれば、電圧を印加した場合、液晶表示装置1の法線方向に関して角度 $30^\circ$ だけ傾斜した方向から入射した光に対する前記法線方向の反射率は最大約 $45\%$ であり、最大コントラスト比は7であった。このときのコントラスト比を決定するための基準となる部材として酸化マグネシウム $\text{MgO}$ の標準白色板を用いた。なお、図5のグラフで反射率が小さくなるのは、数値 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda$ が $\pm 0.25$ のときであり、反射率が最大の場合は、数値 $(\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2) / \lambda$ が $0.5$ となる場合である。これらの2つの状態を用いることにより、白黒の表示を実現することができる。

【0049】本実施例では前記第3式で $m=1$ 、第4式で $m=0$ の場合のみ示したが、変数 $m$ が他の数値の場合でも同様な効果を発揮することが確認された。なお、ここでは、第3式および第4式ともに、液晶層とフィルムとのリターデーションの差が、ある特定の値を示した場合に、効果が現れることを示したが、実際には、液晶層の厚みやフィルムの層厚のばらつきによって、この値は変化する。そこで、この値がばらついたときに、コントラストにどの程度影響するかを調べたところ、第3式および第4式ともに $\pm 0.1$ 以下の範囲では、大きな影響は現れず、充分実用に耐え得ることが判った。

【0050】図6は本実施例の液晶表示装置1の動作を説明する図であり、説明の便宜のため、液晶表示装置1を分解して示す。図6(1)に示す遮光動作時では、入射光28は偏光板15を通過すると偏光板15の前記軸方向L1と平行な直線偏光29となる。直線偏光29が、前記第2式を満足する光学補償板14および液晶層13を通過して、例として右回りの円偏光30となる。この円偏光30は反射板8で反射し左回りの円偏光31となる。この円偏光31は、前記第4式を満足するリターデーションをそれぞれ有する液晶層13および光学補償板14を通過すると、前記入射時の直線偏光29の方向と直交する方向の偏光面を有する直線偏光32となる。この直線偏光32は偏光板15によって遮光される。すなわち、反射板8からの反射光は遮光される。

【0051】これに対し、液晶層13を通過して右回りの円偏光となる場合には、当該円偏光は反射板8で反射すると左回りの円偏光となる。

【0052】一方、図6(2)に示す光透過動作時には、光学補償部材14と液晶層13との各リターデーション $\Delta n_2 d_2$ 、 $\Delta n_1 d_1$ は、前記第3式を満足するように選ばれる。このとき、入射光28は偏光板15を通過

(7)

11

すると、前記軸方向L1と平行な直線偏光29となる。この直線偏光29は、前記第3式を満足するように定められる光学補償板14と液晶層13とを通過しても同様な偏光状態を保持する。液晶層13を通過した直線偏光29が反射板8で反射しても同様な直線偏光状態を保持し、液晶層13および光学補償板14を通過した後も同様である。したがってこの反射光は偏光板15を通過し出射する。

【0053】本実施例では光学補償板14としてポリカーボネイト製の延伸フィルムを用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、例としてポリビニルアルコール(PVA)あるいはポリメチルメタアクリレート(PMMA)などの延伸フィルムも使用することができる。また、一対のガラス基板の表面に配向膜をそれぞれ形成し、各配向膜間に液晶層を封入して平行配向させた液晶素子も、光学位相補償板として用いることができる。この場合の液晶層のリターデーションも、前述した第3式および第4式で規定される値とする。また、液晶分子は、表示素子の液晶分子に直交するように配置される。

【0054】本実施例の反射型液晶表示装置1では、反射板8の反射金属膜7を形成した面が液晶層13側に配置されているので、液晶表示装置1を観測する場合の視差が解消され、良好な表示画面が得られる。さらに液晶表示装置1がアクティブマトリクス駆動される構成の場合に、スイッチング素子として用いられる薄膜トランジスタやMIM(金属-絶縁膜-金属)構造の非線形素子などに接続される絵素電極として用いられる場合も、前述したように良好な表示品位が実現できることが確認されている。

【0055】また、電気光学特性の急峻性を増大するためには、液晶層13のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ は、場所によらず均一であることが望ましい。厳密に言えば反射板8に前述したような突起4、5による凹凸が存在すると、突起4、5の頂上と突起4、5の間の底部とでは液晶層13の膜厚が異なり、結果としてリターデーションも異なる。このため、本発明者は、図1に示す反射板8の反射金属膜7の上に反射金属膜7の表面凹凸を埋めて平坦化するために、例としてアクリル樹脂からなる平坦化層を追加し、さらにこの上にITOなどの透明電極を前記反射金属膜7と同様な形状に形成して、表示用電極とした。このようにすれば前記平坦化層の表面における突部の高低差を0.1 $\mu$ mとすることができる。

【0056】このようにすることにより、電気光学特性の急峻性を格段に向上できることが確認された。この場合、平坦化層としては無機材料、有機材料を問わず、平坦化能力のある透明な膜ならその材料を問うことなく使用することができる。これにより、走査線100本以上の単純マルチプレックス駆動が可能となることが確認された。

12

【0057】また、本実施例におけるガラス基板2に代えて、例としてシリコン基板のような不透明基板でも同様な効果が発揮できることが確認されている。このようなシリコン基板を前述の実施例におけるガラス基板2として用いる場合には、前述した走査回路16、データ回路17、制御回路18および電圧発生回路19などの回路素子を、シリコン基板上に集積化して形成できる利点を有している。

【0058】本発明の他の実施例として、ガラス基板2、3の間で240度ツイストしたネマティック液晶(例としてチソン株式会社製、商品名SD-4107)を液晶層13として用いる場合が挙げられる。この実施例では、図1に示す構造における光学補償板14として、ポリカーボネイト製の延伸フィルムを用い、前記第3式および第4式の条件を満足するように、液晶層13および光学補償板14のリターデーション $\Delta n_1 d_1$ 、 $\Delta n_2 d_2$ を調整した。他の構成要素は図1に示す構成と同様な構成を用いた。このような構成によれば、本発明者の実験によると、表示コントラストは1/200デュエティ駆動の場合で6であり、視差のない良好な表示特性が実現された。

【0059】この実施例では、液晶層13に240度ツイストした液晶を用いたが、本発明はこれに限定されるものではなく、どのようなツイスト角の液晶材料であっても、あるいはツイストしていない液晶材料であっても、電界によりリターデーションを制御できる特性を有する液晶材料であればいずれも本発明に実施可能である。また、光学補償板14として、リターデーションが設定可能であり、そのようなリターデーションを前記第3式および第4式の条件を満足するように最適に設定できる液晶材料を用いても、本発明は実現可能となる。

【0060】本発明は以上の実施例に限定されるものではなく、さらに広く反射型の光制御装置に応用が可能である。また、一方の基板にカラーフィルタ層を形成することにより、マルチカラーあるいはフルカラー表示が可能となる。

【0061】

【発明の効果】以上のように本発明に従えば、入射光は、偏光子、光学位相補償部材および液晶層を介して反射部材に到達し、反射部材で反射されて液晶層、光学位相補償部材および偏光子を介して出射するようにした。ここで、偏光子から出射して得られる直線偏光が、光学補償部材と液晶層とを通過した後、楕円偏光となり、この楕円偏光の位相差 $\delta$ は、前記第3式で定められる。

【0062】第3式における数値( $\Delta n_1 d_1 - \Delta n_2 d_2$ )/ $\lambda$ を液晶層に印加される電界で調整することにより、光スイッチング動作を実現できる。すなわち、光反射部材を液晶素子の内部に構成し、しかも光反射部材の反射面の凹凸における突部を滑らかに形成できるため、多重反射が少なく、偏光性を保持した明るい反射面



(8)

13

とすることができる。このような反射部材を用いることにより、光の偏光性の保持と拡散性とを兼ね備えた反射板を得ることができる。すなわち、視差を解消できるとともに、高精彩で表示品位の高い反射型液晶表示装置を実現できる。

【0063】また、液晶分子を平行配向またはツイスト配向とすることによって、応答速度が速く、表示動作の信頼性が高く、かつ量産化に適した反射型液晶表示装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例の液晶表示装置1の断面図である。

【図2】ガラス基板2の平面図である。

【図3】液晶表示装置1の光学的特性を説明する図である。

【図4】反射板8の製造工程を説明する断面図である。

14

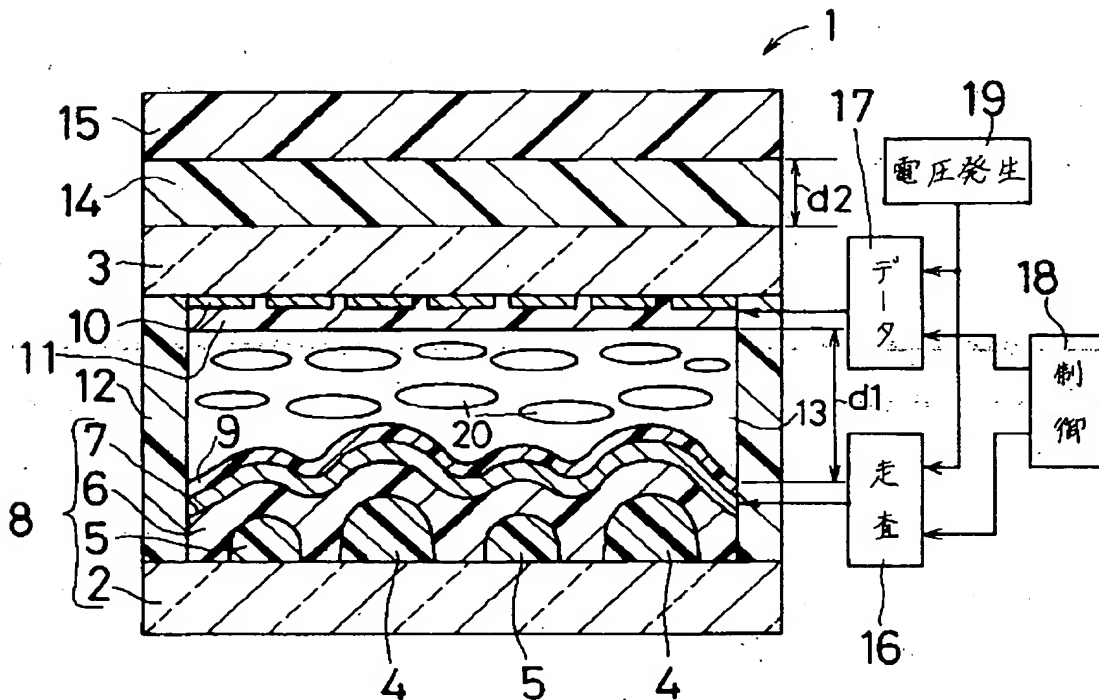
【図5】液晶表示装置1の電圧-反射率特性を説明するグラフである。

【図6】本実施例の液晶表示装置1の表示動作を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 液晶表示装置
- 2, 3 ガラス基板
- 4, 5 突起
- 6 平滑化膜
- 7 反射金属膜
- 8 反射板
- 9, 11 配向膜
- 10 透明電極
- 13 液晶層
- 14 光学補償板
- 15 偏光板

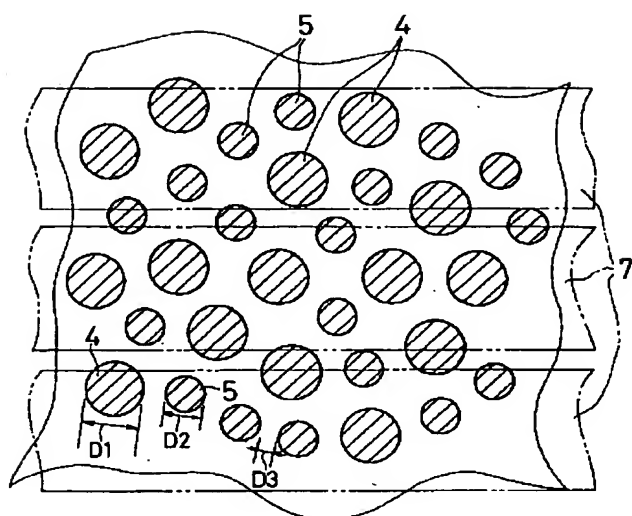
【図1】



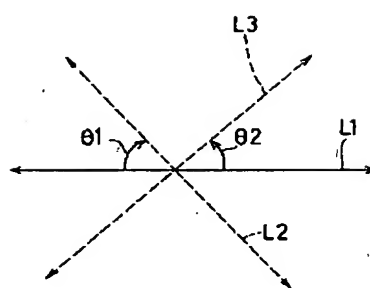


(9)

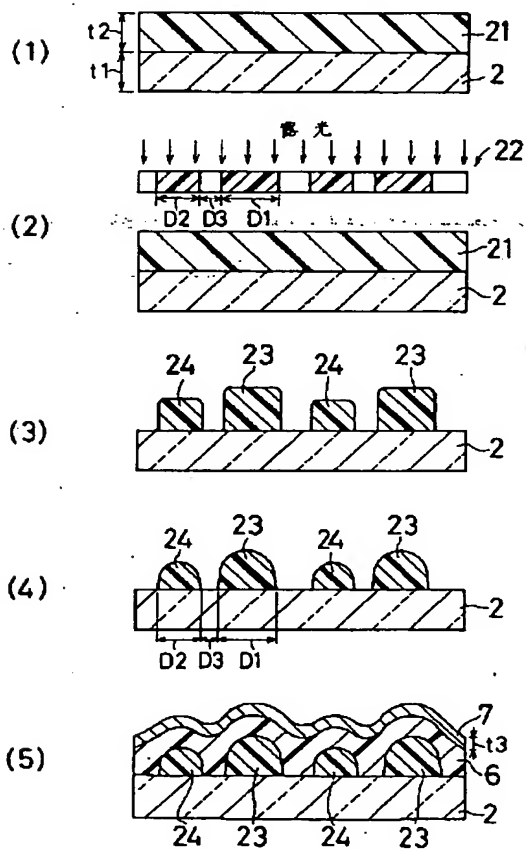
【図2】



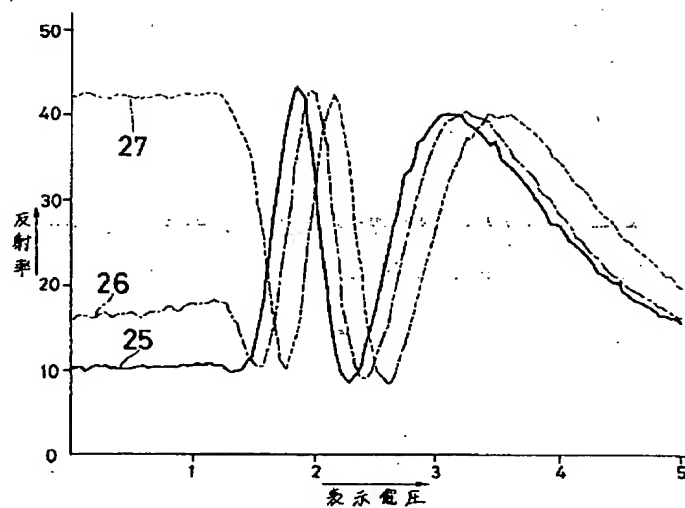
【図3】



【図4】

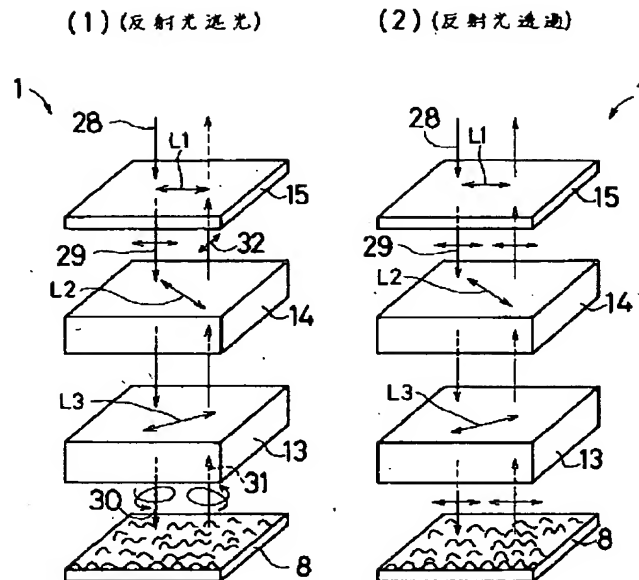


【図5】



(10)

【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 浩三  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内

(72)発明者 木村 直史  
大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ  
ャープ株式会社内